SISTEMAS HIDRÁULICOS

Introducción a la hidráulica

La hidráulica es la ciencia que forma parte la física y comprende la transmisión y regulación de fuerzas y movimientos por medio de los líquidos. Cuando se escuche la palabra "hidráulica" hay que remarcar el concepto de que es la transformación de la energía, ya sea de mecánica ó eléctrica en hidráulica para obtener un beneficio en términos de energía mecánica al finalizar el proceso.

Etimológicamente la palabra hidráulica se refiere al agua:

Hidros - agua. *Aulos* - flauta.

Algunos especialistas que no emplean el agua como medio transmisor de energía, sino que el aceite ha establecido los siguientes términos para establecer la distinción:

- Oleodinámica
- Oleohidráulica
- Oleólica.

Producción de energía hidráulica

La ventaja que implica la utilización de la energía hidráulica es la posibilidad de transmitir grandes fuerzas, empleando para ello pequeños elementos y la facilidad de poder realizar maniobras de mandos y reglaje. A pesar de estas ventajas hay también ciertos inconvenientes debido al fluido empleado como medio para la transmisión. Esto debido a las grandes presiones que se manejan en el sistema las cuales posibilitan el peligro de accidentes, por esto es preciso cuidar que los empalmes se encuentren perfectamente apretados y estancos.

Componentes de un sistema hidráulico

Bombas y motores.

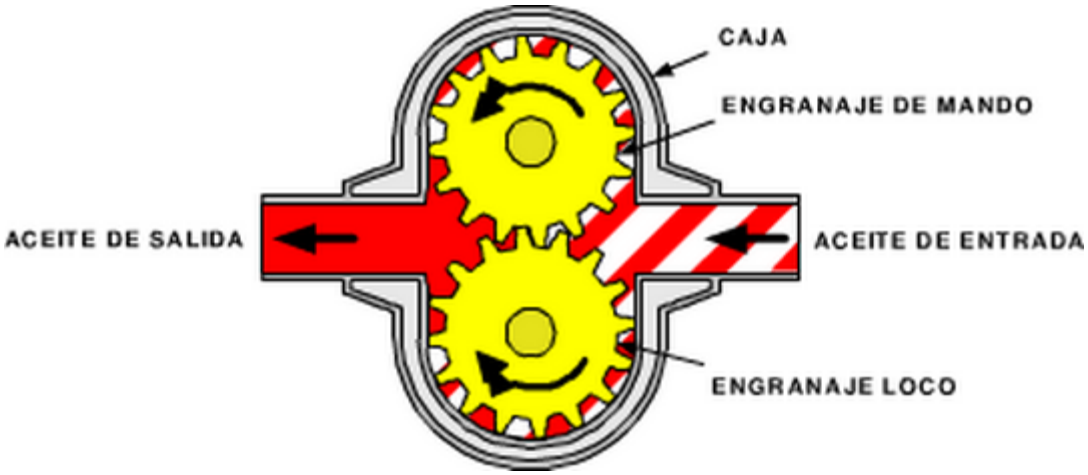
Nos proporcionan una presión y caudal adecuado de líquido a la instalación.

Bomba hidráulica.

La bomba hidráulica convierte la energía mecánica en energía hidráulica. Es un dispositivo que toma energía de una fuente (por ejemplo, un motor, un motor eléctrico, etc.) y la convierte a una forma de energía hidráulica. La bomba toma aceite de un depósito de almacenamiento (por ejemplo, un tanque) y lo envía como un flujo al sistema hidráulico.

Todas las bombas producen flujo de aceite de igual forma. Se crea un vacío a la entrada de la bomba. La presión atmosférica, más alta, empuja el aceite a través del conducto de entrada a las cámaras de entrada de la bomba. Los engranajes de la bomba llevan el aceite a la cámara de salida de la bomba. El volumen de la cámara disminuye a medida que se acerca a la salida. Esta reducción del tamaño de la cámara empuja el aceite a la salida.

La bomba sólo produce flujo (por ejemplo, galones por minuto, litros por minuto, centímetros cúbicos por revolución, etc.), que luego es usado por el sistema hidráulico. La bomba NO produce "presión". La presión se produce por acción de la resistencia al flujo. La resistencia puede producirse a medida que el flujo pasa por las mangueras, orificios, conexiones, cilindros, motores o cualquier elemento del sistema que impida el paso libre del flujo al tanque. Hay dos tipos de bombas: regulables y no regulables.

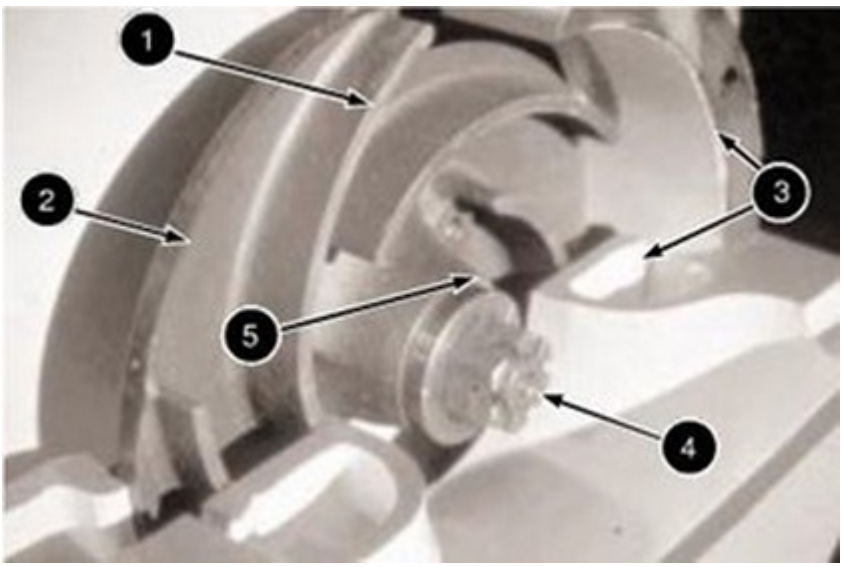


Bombas no regulables

Las bombas no regulables tienen mayor espacio libre entre las piezas fijas y en movimiento que el espacio libre existente en las bombas regulables. El mayor espacio libre permite el empuje de más aceite entre las piezas a medida que la presión de salida (resistencia al flujo) aumenta. Las bombas no regulables son menos eficientes que las regulables, debido a que el flujo de salida de la bomba disminuye considerablemente a medida que aumenta la presión de salida. Las bombas no regulables generalmente son del tipo de rodete centrífugo o del tipo de hélice axial. Las bombas no regulables se usan en aplicaciones de presión baja, como bombas de agua para automóviles o bombas de carga para bombas de pistones de sistemas hidráulicos de presión alta.

Bomba de rodete centrífuga

La bomba de rodete centrífuga consiste en dos piezas básicas: el rodete (2), montado en un eje de salida (4) y la caja (3). El rodete tiene en la parte posterior un disco sólido con hojas curvadas (1), moldeadas en el lado de la entrada. El aceite entra por el centro de la caja (5), cerca del eje de entrada, y fluye al rodete. Las hojas curvadas del rodete impulsan el aceite hacia afuera contra la caja. La caja está diseñada de tal modo que dirige el aceite al orificio de salida.



Bombas regulables

Hay tres tipos básicos de bombas regulables: de engranajes, de paletas y de pistones. Las bombas regulables tienen un espacio libre mucho más pequeño entre los componentes que las bombas no regulables. Esto reduce las fugas y produce una mayor eficiencia cuando se usan en sistemas hidráulicos de presión alta. En una bomba regulable el flujo de salida prácticamente es el mismo por cada revolución de la bomba. Las bombas regulables se clasifican de acuerdo con el control del flujo de salida y el diseño de la bomba.

La capacidad nominal de las bombas regulables se expresa de dos formas.

Una forma es por la presión de operación máxima del sistema con la cual la bomba se diseña (por ejemplo, 21.000 kPa o 3.000 lb/pulg^2). La otra forma es la salida específica suministrada, expresada bien sea en revoluciones o en la relación entre la velocidad y la presión específica. La capacidad nominal de las bombas se expresa ya sea en l/min-rpm-kPa o gal EE.UU./min-rpm-lb/pulg^2 (por ejemplo, 380 l/min-2.000 rpm-690 kPa o 100 gal EE.UU./min-2.000 rpm-100 lb/pulg^2).

Cuando la salida de la bomba se da en revoluciones, el flujo nominal puede calcularse fácilmente multiplicando el flujo por la velocidad en rpm (por ejemplo, 2.000 rpm) y dividiendo por una constante.

Bombas de Engranajes

Las bombas son componentes del sistema hidráulico que convierten la energía mecánica transmitida desde un motor eléctrico a energía hidráulica. Las bombas de engranajes son compactas, relativamente económicas y tienen pocas piezas móviles. Las bombas de engranajes externas se componen de dos engranajes, generalmente del mismo tamaño, que se engranan entre si dentro de una carcasa. El engranaje impulsor es una extensión del eje impulsor. Cuando gira, impulsa al segundo engranaje. Cuando ambos engranajes giran, el fluido se introduce a través del orificio de entrada. Este fluido queda atrapado entre la carcasa

y los dientes de rotación de los engranajes, se desplaza alrededor de la carcasa y se empuja a través del puerto de salida. La bomba genera flujo y, bajo presión, transfiere energía desde la fuente de entrada, que es mecánica, hasta un actuador de potencia hidráulica.

Bombas de Paletas:

No Balanceadas:
La parte giratoria de la bomba, o el conjunto del rotor, se ubica fuera del centro del anillo de leva o carcasa. El rotor está conectado a un motor eléctrico mediante un eje. Cuando el rotor gira, las paletas se desplazan hacia afuera debido a la fuerza centrifuga y hacen contacto con el anillo, o la carcasa, formando un sello positivo. El fluido entra a la bomba y llena el área de volumen grande formada por el rotor descentrado. Cuando las paletas empujan el fluido alrededor de la leva, el volumen disminuye y el fluido se empuja hacia afuera a través del puerto de salida.

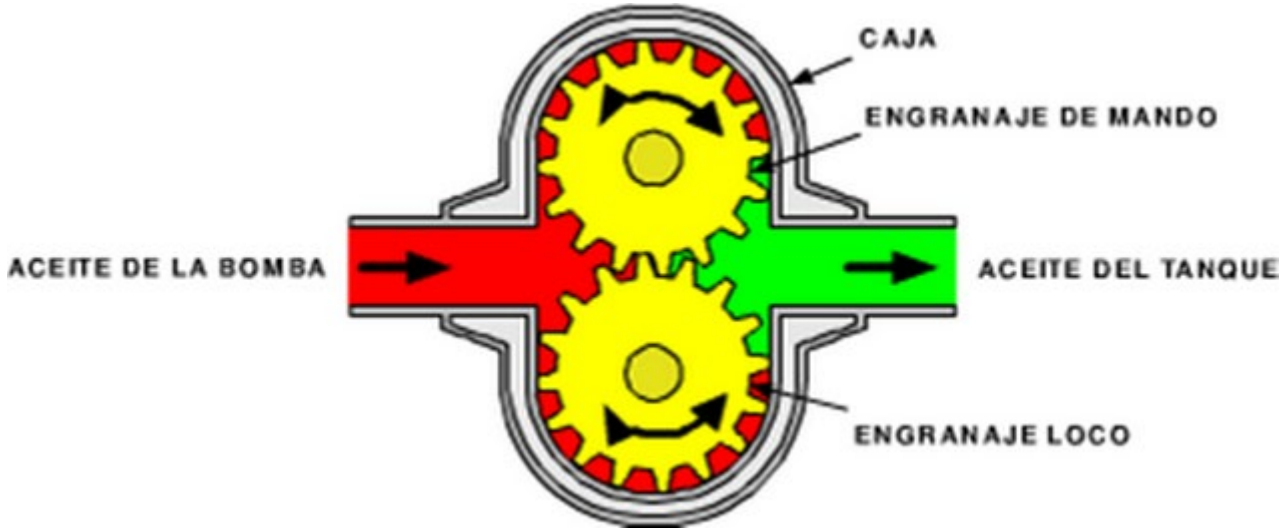
Balanceadas:
En la bomba de paletas no balanceada, que se ha descrito anteriormente, una mitad del mecanismo de bombeo se encuentra a una presión inferior a la atmosférica, mientras que la otra mitad está sometida a la presión total del sistema. Esto da como resultado una carga en los costados sobre el eje mientras se encuentra bajo condiciones de alta presión. Para compensar esto, la forma del anillo en una bomba de paletas balanceada cambia de circular a forma de leva.
Con este diseño, los dos cuadrantes de presión se oponen entre sí. Dos puertos se encargan de la entrada del fluido y otros dos bombean el fluido hacia afuera. Los dos puertos de entrada y los dos puertos de descarga están conectados dentro de la carcasa. Como se encuentran ubicados sobre lados opuestos de la carcasa, la fuerza excesiva o la acumulación de presión sobre uno de los lados es neutralizada por fuerzas equivalentes pero opuestas sobre el otro lado.
Cuando las fuerzas se equilibran, se elimina la carga en los costados del eje.

Bombas de Pistón
Las bombas de pistón axial convierten el movimiento giratorio de un eje de entrada en un movimiento axial de vaivén, que se produce en los pistones. Esto se logra por medio de una placa basculante que es fija o variable en su grado de ángulo. Cuando el conjunto del barril de pistón gira, los pistones giran alrededor del eje con las zapatas de los pistones haciendo contacto con y deslizándose sobre la superficie de la placa basculante. Con la placa basculante en posición vertical, no se produce ningún desplazamiento ya que no hay movimiento de vaivén. A medida que el ángulo de la placa basculante aumenta, el pistón se mueve hacia adentro y hacia fuera del barril siguiendo el ángulo de la placa basculante. En el diseño real, el barril del cilindro está equipado con varios pistones. Durante una mitad del

círculo de rotación, el pistón se mueve hacia fuera del barril del cilindro y genera un aumento del volumen. En la otra mitad de la rotación, el pistón se mueve hacia adentro del barril del cilindro y genera una disminución del volumen. Este movimiento de vaivén succiona fluido y lo bombea hacia fuera.

Motor hidráulico

El motor hidráulico convierte la energía hidráulica en energía mecánica. El motor hidráulico usa el flujo de aceite enviado por la bomba y lo convierte en un movimiento rotatorio para impulsar otro dispositivo (por ejemplo, mandos finales, diferencial, transmisión, rueda, ventilador, otra bomba, etc.).



Depósito

Su misión es recuperar el fluido después de usarlo y mantener un nivel adecuado al uso de la instalación.

Acondicionadores del aceite

Son dispositivos que nos permiten mantener el aceite en unas condiciones de limpieza adecuadas al uso de los elementos de la instalación, de tal manera, que alarga la vida de ésta.

Estos elementos son:

Filtro:

Es el encargado de retirar del aceite las partículas solidas en suspensión (trozos de metal, plásticos, etc.) El aceite puede filtrarse en cualquier punto del sistema. En muchos sistemas hidráulicos, el aceite es filtrado antes de que entre a la válvula de control. Para hacer esto se requiere un filtro más o menos grande que pueda soportar la presión total de la línea. Colocado el filtro en la línea de retorno tiene también sus ventajas. Unas de las mayores es

su habilidad de atrapar materiales que entran al sistema desde los cilindros. El sistema impedirá que entre suciedad a la bomba. Esto es verdad siempre que no se agreguen materias extrañas al tanque, Cualquiera de los dos tipos de filtro en las tuberías debe equiparse con una válvula de derivación.

Manómetro:
Se pone después de la bomba e indica la presión de trabajo. 4.- Red de distribución:
Debe garantizar la presión y velocidad del aceite en todos los puntos de uso. En las instalaciones oleohidráulicas, al contrario de las neumáticas, es necesario un circuito de retomo de fluido, ya que este se vuelve a utilizar una y otra vez.
El material utilizado suele ser acero o plástico reforzado y depende de su uso.

Elementos de regulación y control:
Son los encargados de regular el paso del aceite desde las bombas a los elementos actuadores. Estos elementos, que se denominan válvulas, pueden ser activados de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos. La clasificación de estas válvulas se puede hacer en tres grandes grupos: de dirección, antirretorno y de presión y caudal.

Fluidos de Potencia.
La vida útil del sistema hidráulico depende en gran medida de la selección y del cuidado que se tenga con los fluidos hidráulicos. Al igual que con los componentes metálicos de un sistema hidráulico, el fluido hidráulico debe seleccionarse con base en sus características y propiedades para cumplir con la función para la cual fue diseñado.

Se usan líquidos en los sistemas hidráulicos porque tienen entre otras las siguientes ventajas:

Los líquidos toman la forma del recipiente que los contiene.
Los líquidos son prácticamente incompresibles.
Los líquidos ejercen igual presión en todas las direcciones.
Los líquidos también fluyen en cualquier dirección al pasar a través de tuberías y mangueras de cualquier forma y tamaño.

Los líquidos son prácticamente incompresibles:
Un líquido es prácticamente incompresible. Cuando una sustancia se comprime, ocupa menos espacio. Un líquido ocupa el mismo espacio o volumen, aun si se aplica presión. El espacio o volumen ocupado por una sustancia se llama "desplazamiento".
De acuerdo con la Ley de Pascal, "la presión ejercida en un líquido, contenido en un recipiente cerrado, se transmite íntegramente en todas las direcciones y actúa con igual fuerza en todas

las áreas". Por tanto, en un sistema cerrado de aceite hidráulico, una fuerza aplicada en cualquier punto, transmite igual presión en todas las direcciones a través del sistema.

Las principales funciones de los fluidos hidráulicos son:

- Transmitir potencia
- Lubricar
- Sellar
- Refrigerar

Transmisión de potencia

Puesto que un fluido prácticamente es incompresible, un sistema hidráulico lleno de fluido puede producir potencia hidráulica instantánea de un área a otra. Sin embargo, esto no significa que todos los fluidos hidráulicos sean iguales y transmitan potencia con la misma eficiencia. Para escoger el fluido hidráulico correcto, se deben tener en cuenta el tipo de aplicación y las condiciones de operación en las que funcionará el sistema hidráulico.

Lubricación

Los fluidos hidráulicos deben lubricar las piezas en movimiento del sistema hidráulico. Los componentes que rotan o se deslizan deben poder trabajar sin entrar en contacto con otras superficies. El fluido hidráulico debe mantener una película delgada entre las dos superficies para evitar el calor, la fricción y el desgaste.

Acción sellante

Algunos componentes hidráulicos están diseñados para usar fluidos hidráulicos en lugar de sellos mecánicos entre los componentes. La propiedad del fluido de tener acción sellante depende de su viscosidad.

Enfriamiento

El funcionamiento del sistema hidráulico produce calor a medida que se transfiere energía mecánica a energía hidráulica y viceversa. La transferencia de calor en el sistema se realiza entre los componentes calientes y el fluido que circula a menor temperatura. El fluido a su vez transfiere el calor al tanque o a los enfriadores, diseñados para mantener la temperatura del fluido dentro de límites definidos. Otras propiedades que debe tener un fluido hidráulico son: evitar la oxidación y corrosión de las piezas metálicas; resistencia a la formación de espuma y a la oxidación; mantener separado el aire, el agua y otros contaminantes; y mantener su estabilidad en una amplia gama de temperaturas.

Viscosidad

La viscosidad es la medida de la resistencia de un fluido para fluir a una temperatura determinada. Un fluido que fluye fácilmente tiene una viscosidad baja. Un fluido que no fluye fácilmente tiene una viscosidad alta. La viscosidad de un fluido depende de la temperatura. Cuando la temperatura aumenta, la viscosidad del fluido disminuye. Cuando la temperatura disminuye, la viscosidad del fluido aumenta. El aceite vegetal es un buen ejemplo para mostrar el efecto de la viscosidad con los cambios de temperatura. Cuando el aceite vegetal está frío, se espesa y tiende a solidificarse. Si calentamos el aceite vegetal, se vuelve muy delgado y tiende a fluir fácilmente.

Se pueden diferenciar tres clases básicas de fluidos hidráulicos, estos son los siguientes:

a.- Líquidos de base acuosa: Aceite mineral en agua, Agua en aceite mineral, Agua con glicerina y Glicol – agua.
b.- Líquidos sintéticos: Esteres Fosfatados y Siliconas
c.- Aceites minerales y vegetales

En algunos textos se incluye una cuarta categoría que es la de los fluidos que no causan daño al medio ambiente, esto se refiere a que el daño será mínimo en caso de un derrame.

Aceite lubricante

Todos los aceites lubricantes se adelgazan cuando la temperatura aumenta y se espesan cuando la temperatura disminuye. Si la viscosidad de un aceite lubricante es muy baja, habrá un excesivo escape por las juntas y los sellos. Si la viscosidad del aceite lubricante es muy alta, el aceite tiende a "pegarse" y se necesitará mayor fuerza para bombearlo a través del sistema. La viscosidad del aceite lubricante se expresa con un número SAE, definido por la Society of Automotive Engineers. Los números SAE están definidos como: 5W, 10W, 20W, 30W, 40W, etc.

Aceites sintéticos

Los aceites sintéticos se producen por procesos químicos en los que materiales de composición específica reaccionan para producir un compuesto con propiedades únicas y predecibles. El aceite sintético se produce específicamente para cierto tipo de operaciones realizadas a temperaturas altas y bajas.

Fluidos resistentes al fuego

Hay tres tipos básicos de fluidos resistentes al fuego: mezclas de glicol-agua, emulsiones de aceite-agua-aceite y fluidos sintéticos.

Los fluidos agua-glicol son una mezcla de 35% a 50% de agua (el agua inhibe el fuego), glicol (químico sintético o similar a algunos compuestos con propiedades anticongelantes) y espesantes del agua.
Los aditivos se añaden para mejorar la lubricación y evitar la oxidación, la corrosión y la formación de espuma.
Los fluidos a base de glicol son más pesados que el aceite y pueden causar cavitación de la bomba a altas velocidades. Estos fluidos pueden reaccionar con algunos metales y material de los sellos, y no se pueden usar con algunas clases de pintura.
Las emulsiones de agua-aceite son los fluidos resistentes al fuego más económicos. Al igual que en los fluidos a base de glicol, un porcentaje similar de agua (40%), se usa como inhibidor al fuego. Las emulsiones agua-aceite se usan en sistemas hidráulicos típicos. Generalmente contienen aditivos para prevenir la oxidación y la formación de espuma.
Los fluidos sintéticos se usan bajo ciertas condiciones para cumplir requerimientos específicos. Los fluidos sintéticos resistentes al fuego son menos inflamables que los aceites lubricantes y mejor adaptados para resistir presiones y temperaturas altas. Algunas veces los fluidos resistentes al fuego reaccionan con el material de los sellos de poliuretano y en estos casos puede requerirse el uso de sellos especiales.

Vida útil del aceite hidráulico

El aceite hidráulico no se desgasta. El uso de filtros para remover las partículas sólidas y contaminantes químicos alargan la vida útil del aceite. Sin embargo, eventualmente el aceite se contamina tanto que debe reemplazarse. En las máquinas de construcción, el aceite se debe cambiar a intervalos de tiempos regulares. Los contaminantes del aceite pueden usarse como indicadores de desgaste no común y de posibles problemas del sistema.

Limitador de presión en sistemas hidráulicos

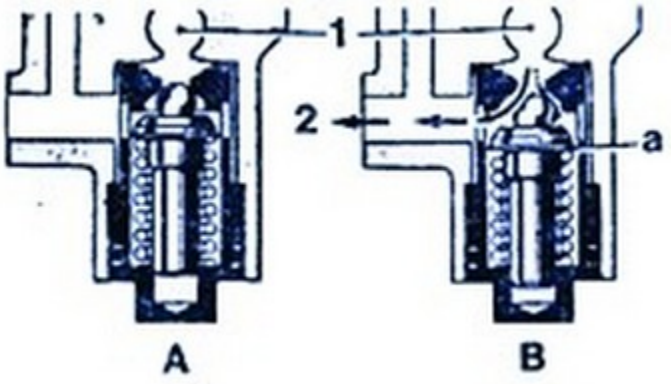
Son válvulas de seguridad que evitan la rotura de órganos mecánicos e hidráulicos. Estas válvulas se llaman "normalmente cerradas". Son o bien de acción directa, o bien pilotadas y están siempre montadas en derivación. Su tubo de drenaje puede ser interno o externo. Por lo general son regulables.

Válvulas de acción directa

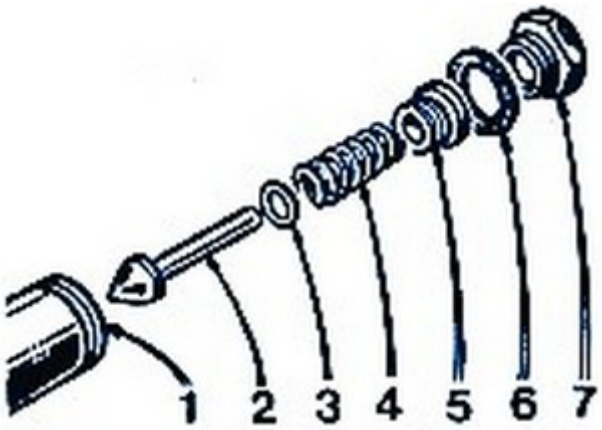
Estas válvulas son de muchos tipos. Las más sofisticadas, montadas en los circuitos de potencia, permiten un caudal máximo de salida de 150 litros / minuto, bajo una presión de apertura de 200 bar. Sin embargo, es aconsejable utilizarlas para aplicaciones de potencia más modestas para reducir el calentamiento del fluido. Estas válvulas aseguran igualmente y con muy buen rendimiento, la protección de los receptores.

Las más sencillas de estas válvulas están constituidas por:

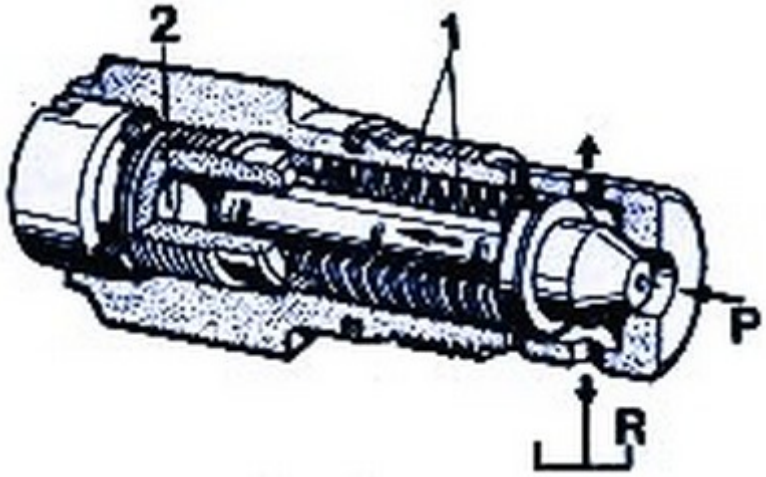
Una bola, un asiento y un resorte calibrado.



Una bola, un asiento, un resorte y un dispositivo de regulación del resorte. Una aguja o cono, un asiento y un resorte calibrado.

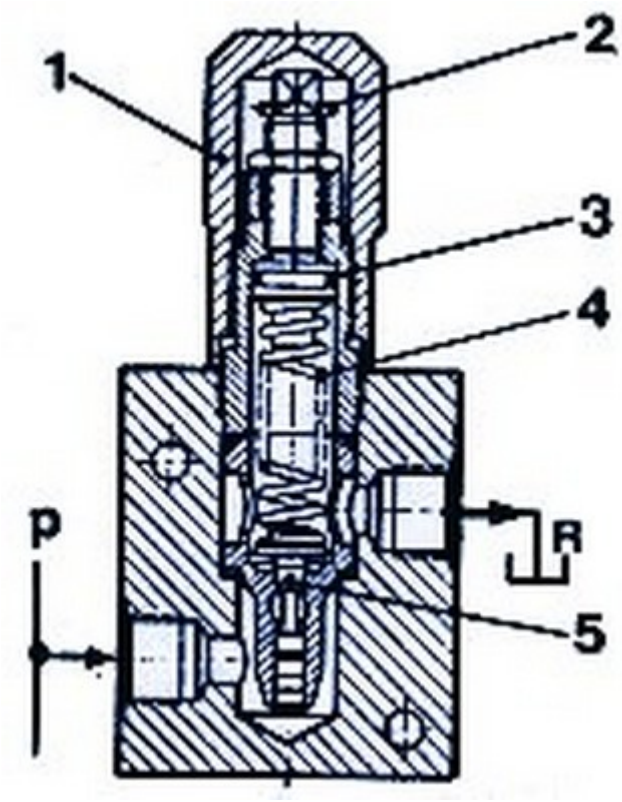


Una aguja o cono, un asiento y un dispositivo de regulación del resorte.



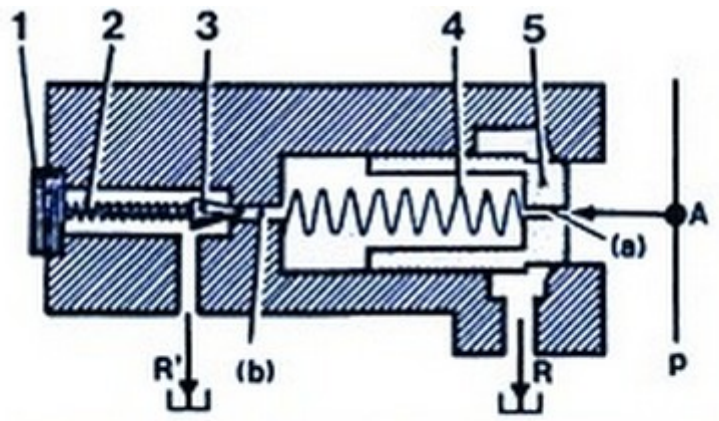
Una arandela de estanqueidad en elastómero o en plástico.

Un cojín de aceite o tubo amortiguador (para minimizar el movimiento vibratorio perjudicial de las bolas, las agujas o conos y de los émbolos, producto de las altas presiones a que son sometidos



Válvulas de limitación de presión pilotadas

Una válvula de limitación de presión pilotada puede estar constituida según se indica en la figura.



PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA VALVULA DE LIMITACION DE PRESION PILOTADA

La cara derecha del pistón principal (5) está dirigida hacia el fluido del circuito de presión; un orificio (a) en el pistón (5) pone en comunicación la "presión del circuito" con la cámara posterior de éste. Detrás del pistón

(5) está situado un resorte (4). En (R) figura el orificio de descarga: retorno al depósito (cuando funciona la válvula). La cámara posterior del pistón (5) está unida "al piloto" (3) por un orificio calibrado (b).El piloto no es más (que una válvula de limitación de presión de "acción directa". El aceite que atraviesa el orificio (a) se encuentra tapado por el cono piloto

(3) comprimido contra su asiento por el resorte (2). En este croquis figuran igualmente un dispositivo de regulación (1) del resorte (2) y un retorno al depósito (R').Este retorno, de caudal extremadamente débil, es utilizado por el fluido, antes del desplazamiento del pistón principal (5) y durante su apertura (acción de descarga). La compresión del resorte (2) es quien determina el calibrado de la válvula y por tanto el desplazamiento del pistón (5) hacia la izquierda, mientras que el resorte

(4) hace el papel de soporte y de acelerador de cierre. Las características de compresión de este último resorte son muy reducidas.
Debe tenerse en cuenta que, si el calibrado del resorte (2) determina la presión de apertura, no gobierna el funcionamiento global de la válvula, lo cual se explica de la forma siguiente: El fluido del circuito puede penetrar en la cámara posterior del pistón principal (5) por el orificio calibrado (a) y llegar frente al cono piloto (3) a través del orificio calibrado (b). En el momento exacto en el que la presión en el circuito va a alcanzar (pero aún no ha alcanzado) el valor de calibrado del resorte (2), la presión en el conjunto de la válvula "pilotada", es decir, detrás de (A), es estática. En cuanto la presión ejerce sobre el cono piloto (3) un empuje preponderante sobre el empuje antagónico ocasionado por el resorte (2), el cono piloto (3) se desplaza hacia la izquierda y descubre el retorno (R'), por lo que el fluido circula hacia el depósito por este orificio. La sección del orificio (b) es muy superior a la del orificio

(a); se comprende por lo tanto que la pérdida en fluido por (b) no puede ser compensada por el caudal que proviene de (a). Por lo tanto, de ello se deriva una pérdida de carga detrás del pistón principal (5) que se desplaza francamente hacia la izquierda, permitiendo un gran caudal de retorno hacia (R). Cuando la presión disminuye, el cono del piloto vuelve a apoyarse sobre su asiento y el pistón principal cierra el retorno hacia (R).

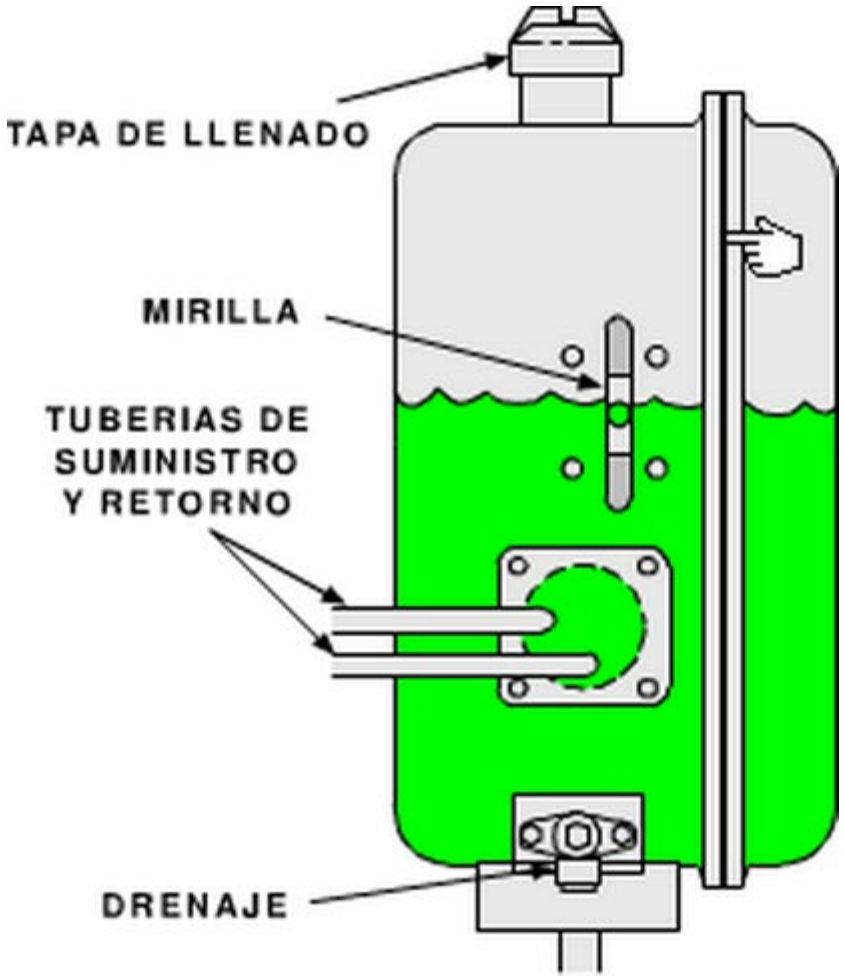
Ventajas e inconvenientes de las válvulas de limitación de presión pilotadas

Este tipo de válvulas tienen la ventaja de que prácticamente no vibran, además de que permiten una gama de regulación más amplia; sin embargo, tomando en cuenta que a partir del momento en que actúa la válvula, todo el fluido transportado por la bomba regresa al depósito, por las dimensiones de ésta, se da cierto calentamiento; así también, si no se tiene el cuidado suficiente para mantener limpio el aceite que es transportado, éste puede obstruir la sección del orificio del pistón principal.

Depósito hidráulico

Tanque hidráulico

La principal función del tanque hidráulico es almacenar aceite, aunque no es la única. El tanque también debe eliminar el calor y separar el aire del aceite. Los tanques deben tener resistencia y capacidad adecuadas, y no deben dejar entrar la suciedad externa. Los tanques hidráulicos generalmente son herméticos. La figura muestra los siguientes componentes del tanque hidráulico:



Tapa de llenado - Mantiene los contaminantes fuera de la abertura usada para llenar y añadir aceite al tanque. En los tanques presurizados la tapa de llenado mantiene hermético el sistema.

Mirilla - Permite revisar el nivel de aceite del tanque hidráulico. El nivel de aceite debe revisarse cuando el aceite está frío. Si el aceite está en un nivel a mitad de la mirilla, indica que el nivel de aceite es correcto.

Tuberías de suministro y retorno - La tubería de suministro permite que el aceite fluya del tanque al sistema. La tubería de retorno permite que el aceite fluya del sistema al tanque.

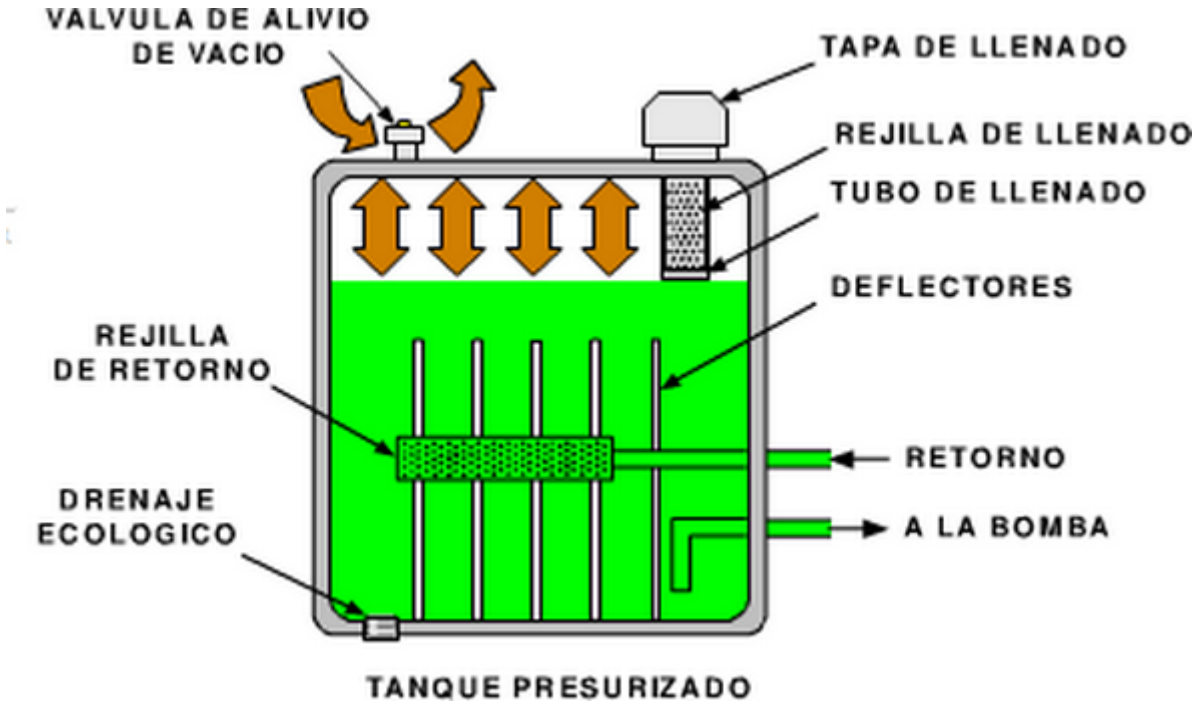
Drenaje - Ubicado en el punto más bajo del tanque, el drenaje permite sacar el aceite en la operación de cambio de aceite. El drenaje también permite retirar del aceite contaminantes como el agua y sedimentos

Tanque presurizado

Los dos tipos principales de tanques hidráulicos son: tanque presurizado y tanque no presurizado. El tanque presurizado está completamente sellado. La presión atmosférica no afecta la presión del tanque. Sin embargo, a medida que el aceite fluye por el sistema,

absorbe calor y se expande. La expansión del aceite comprime el aire del tanque. El aire comprimido obliga al aceite a fluir del tanque al sistema. La válvula de alivio de vacío tiene dos propósitos: evita el vacío y limita la presión máxima del tanque. La válvula de alivio de vacío evita que se forme vacío en el tanque al abrirse y permite que entre aire al tanque cuando la presión del tanque cae a 3,45 kPa (0,5 lb/pulg^2).Cuando la presión del tanque alcanza el ajuste de presión de la válvula de alivio de vacío, la válvula se abre y descarga el aire atrapado a la atmósfera. La válvula de alivio de vacío puede ajustarse a presiones de entre 70 kPa (10 lb/pulg^2) y 207 kPa (30 lb/pulg^2).

Otros componentes del tanque hidráulico son:



Rejilla de llenado - Evita que entren contaminantes grandes al tanque cuando se quita la tapa de llenado.

Tubo de llenado - Permite llenar el tanque al nivel correcto y evita el llenado en exceso.

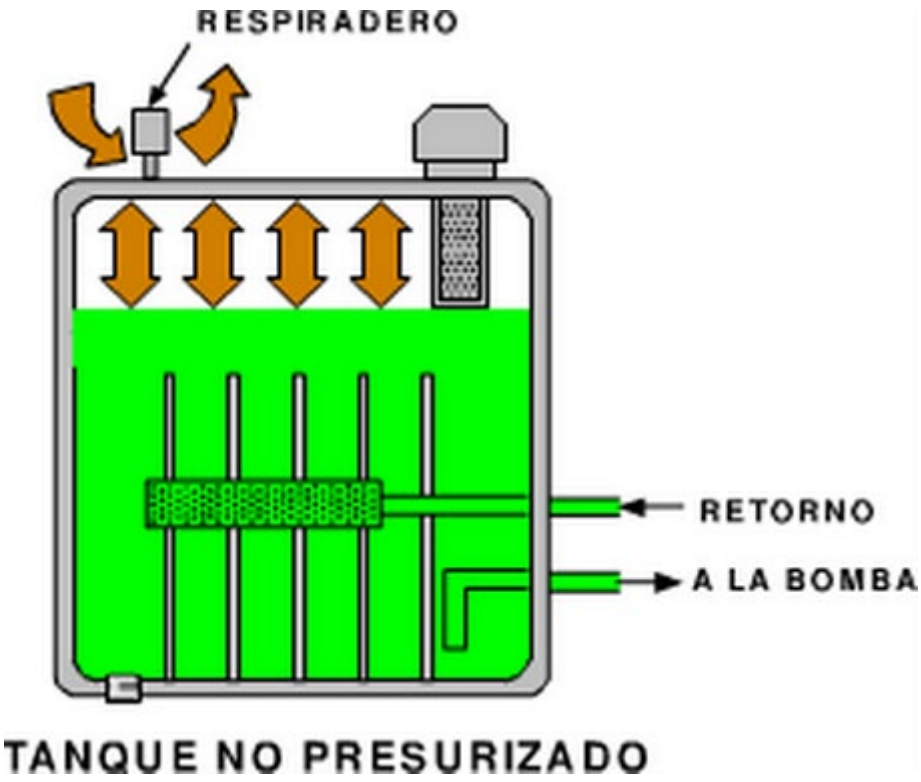
Deflectores - Evitan que el aceite de retorno fluya directamente a la salida del tanque, y dan tiempo para que las burbujas en el aceite de retorno lleguen a la superficie. También evita que el aceite salpique, lo que reduce la formación de espuma en el aceite.

Drenaje ecológico - Se usa para evitar derrames accidentales de aceite cuando se retira agua y sedimento del tanque.

Rejilla de retorno - Evita que entren partículas grandes al tanque, aunque no realiza un filtrado fino.

Tanque no presurizado

El tanque no presurizado tiene un respiradero que lo diferencia del tanque presurizado. El respiradero permite que el aire entre y salga libremente. La presión atmosférica que actúa en la superficie del aceite obliga al aceite a fluir del tanque al sistema. El respiradero tiene una rejilla que impide que la suciedad entre al tanque.



Símbolos ISO del tanque hidráulico

La figura indica la representación de los símbolos ISO del tanque hidráulico presurizado y no presurizado. El símbolo ISO del tanque hidráulico no presurizado es simplemente una caja o rectángulo abierto en la parte superior. El símbolo ISO del tanque presurizado se representa como una caja o rectángulo completamente cerrado. A los símbolos de los tanques hidráulicos se añaden los esquemas de la tubería hidráulica para una mejor representación de los símbolos.

Cálculo de cilindros hidráulicos

Los cilindros hidráulicos de movimiento lineal son utilizados comúnmente en aplicaciones en donde la fuerza de empuje del pistón y su desplazamiento son elevados.

Los cilindros hidráulicos de movimiento giratorio pueden ser de pistón-cremallera- piñón y de dos pistones con dos cremalleras en los que el movimiento lineal del pistón es transformado en un movimiento giratorio mediante un conjunto de piñón y cremallera y el cilindro de aletas giratorias de doble efecto para ángulos entre 0° y 270°.

FUERZAS DEL CILINDRO

Compresión (Fc)

$$Fc = \frac{0{,}785 \cdot d_1^2 \cdot p}{10^4} \text{ en KN}$$

Tracción (Ft)

$$Ft = \frac{0{,}785 \, (d_1^2 - d_2^2) \cdot p}{10^4} \text{ en KN}$$

d_1 - diámetro del émbolo en mm

d_2 - diámetro del vástago en mm

p - presión de servicio

RENDIMIENTO DE CILINDROS HIDRAULICOS (η)

Varía entre 0,85 y 0,95

FUERZA DEL CILINDRO (F)

$$F = p \cdot S \text{ en daN}$$

S - superficie en mm^2

VELOCIDAD SALIDA DEL VASTAGO (v)

(1) $$v = \frac{L}{10^3 \cdot t} \text{ en m/s}$$

L - carrera del vástago

(2) $$v = \frac{Q}{6 \cdot S} \text{ en m/s}$$

CAUDAL NECESARIO PARA HACER UNA CARRERA (Qn)

(1) $Qn = \frac{S \cdot v}{10}$ en l/mn

(2) $Qn = \frac{V}{t}$ en l/mn

CAUDAL REAL PARA HACER UNA CARRERA (Qr)

$Qr = \frac{Qn}{\eta}$ en l/mn

η - rendimiento volumétrico (tiene en cuenta fugas) para cálculo: $\eta = 0{,}95$

VOLUMEN DE UNA CARRERA (Cilindrada), (V)

$V = \frac{5 \cdot L}{10^4}$ en litros

TIEMPO EN SALIR O ENTRAR EL VASTAGO DE UN CILINDRO (t)

$t = \frac{6 \cdot S \cdot L}{10^3 \cdot Qr}$ en segundos

PERDIDAS DE PRESION EN TUBOS RECTOS (Δp)

$$\Delta p = \lambda \frac{10 \cdot l \cdot v^2 \cdot \delta}{2 \cdot}$$

λ - en flujo turbulento (λt)

$$\lambda t = \frac{0{,}316}{4\sqrt{Re}}$$

λ - en flujo laminar (λl)

$$\lambda l = \frac{64}{Re}$$

Nº de Reynold (Re)

$$Re = \frac{10^3 \cdot v \cdot d}{vi}$$

δ - densidad del fluido
v - velocidad del flujo en m/s
l - longitud de la tubería en m
d - diámetro interior de la tubería en mm.
λ - coeficiente de rozamiento
Re - número de Reynold
vi - viscosidad cinemática en c St ó mm^2/S

VELOCIDAD DEL FLUJO EN UNA TUBERIA

$$v = \frac{4Q \cdot 10^2}{6 \cdot d^2 \cdot \pi} \quad \text{en m/s}$$

Q - caudal que pasa por la tubería en l/s.

Circuitos hidráulicos básicos

El esquema que sigue representa un circuito hidráulico de fuerza clásico, donde el elemento de trabajo es un cilindro de fuerza.

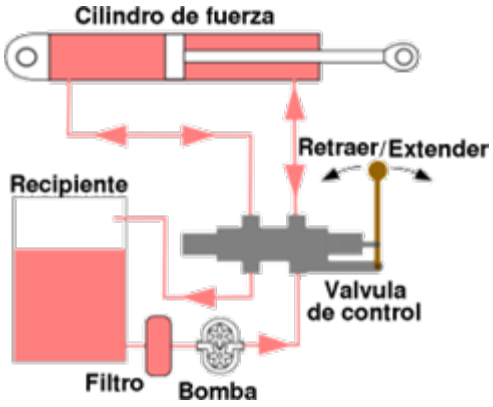
Los elementos constitutivos del circuito hidráulico son:

- Un recipiente con aceite.
- Un filtro.
- Una bomba para el aceite.
- Una válvula de control que incluye una válvula de seguridad o sobre presión y la respectiva palanca de mando.
- El cilindro de fuerza.
- Conductos de comunicación.

Mientras la palanca de accionamiento de la válvula de control está en su posición de reposo (centro) el aceite bombeado por la bomba retorna libremente al recipiente, de manera que el cilindro de fuerza se mantiene inmóvil.

Una vez que se acciona la palanca de control en cualquiera de las dos direcciones, se cierra la comunicación del retorno libre al recipiente y se conecta la salida de la bomba a uno de

los lados del cilindro de fuerza mientras que el otro lado se conecta al retorno. De esta forma la elevada presión suministrada por la bomba actúa sobre el pistón interior del cilindro de fuerza desplazándolo en una dirección con elevada fuerza de empuje. El movimiento de la palanca de control en la otra dirección hace el efecto contrario.



Circuitos hidráulicos de dos presiones o acoplados

Si en algunos sistemas hidráulicos se dispusiese de tan solo una presión de trabajo, la desproporción entre determinados componentes de los mismos y la tarea que están llamados a realizar seria considerable. Por ejemplo, en una prensa hidráulica la pieza puede colocarse en posición o sujetarse mediante un cilindro hidráulico pequeño, pero el trabajo lo realiza otro de mayores dimensiones y capacidad. Si las presiones de trabajo de ambos cilindros son iguales, el de posicionamiento puede ser demasiado pequeño para realizar la función que se le confía o el de mecanización de la pieza demasiado grande para que quepa en el espacio que le corresponde.

También cabe que no pueda suministrase el caudal de aceite que precisa un cilindro de diámetro muy grande, debido al coste tan elevado de las bombas.

Estas dificultades pueden obviarse optando por que una parte del sistema funcione a una determinada presión y la otra a una más baja o alta. Frecuentemente, en un circuito completo conviene emplear, escalonada o simultáneamente, varias presiones distintas. Con un sistema de dos presiones puede reducirse considerablemente la influencia que algunos factores, como el calor, el desgaste, las fugas y el consumo de energía, ejercen sobre el sistema. Los métodos que se emplean para obtener dos o más presiones en un sistema recurren a válvulas reductoras, unidades de bombeo combinadas, válvulas de seguridad mandadas por levas, bombas independientes e intensificadores.

Ejemplo circuito de prensa:

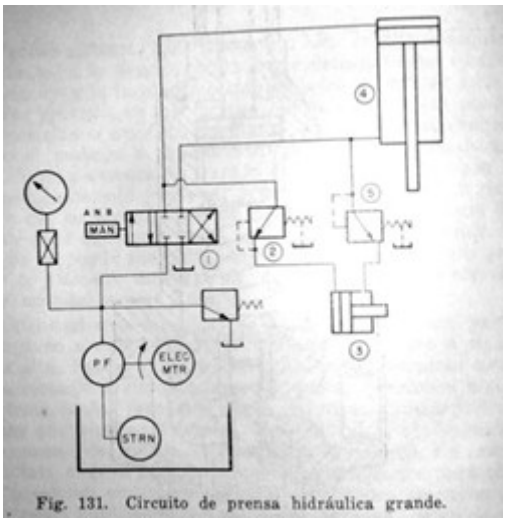


Fig. 131. Circuito de prensa hidráulica grande.

Elementos de trabajo y control hidráulico

Elementos actuadores. Son los elementos que permiten transformar la energía del fluido en movimiento, en trabajo útil. Son los elementos de trabajo del sistema y se pueden dividir en dos grandes grupos: cilindros, en los que se producen movimientos lineales y motores, en los que tienen lugar movimientos rotativos.

Elementos de mando y control.

Tanto en sistemas neumáticos como en hidráulicos, se encargan de conducir de forma adecuada la energía comunicada al fluido en el compresor o en la bomba hacia los elementos actuadores.

Clasificación de los elementos hidráulicos y sus partes

En todo sistema neumático o hidráulico se pueden distinguir los siguientes elementos:

Elementos generadores de energía.

Tanto si se trabaja con aire como con un líquido, se ha de conseguir que el fluido transmita la energía necesaria para el sistema. En los sistemas neumáticos se utiliza un compresor, mientras que en el caso de la hidráulica se recurre a una bomba. Tanto el compresor como la bomba han de ser accionados por medio de un motor eléctrico o de combustión interna.

Elemento de tratamiento de los fluidos.

En el caso de los sistemas neumáticos, debido a la humedad existente en la atmósfera, es preciso proceder al secado del aire antes de su utilización; también será necesario filtrarlo y regular su presión, para que no se introduzcan impurezas en el sistema ni se produzcan sobrepresiones que pudieran perjudicar su funcionamiento. Los sistemas hidráulicos trabajan en circuito cerrado, y por ese motivo necesitan disponer de un depósito de aceite y también,

al igual que en los sistemas neumáticos, deberán ir provistos de elementos de filtrado y regulación de presión.

Elementos de mando y control.

Tanto en sistemas neumáticos como en hidráulicos, se encargan de conducir de forma adecuada la energía comunicada al fluido en el compresor o en la bomba hacia los elementos actuadores.

Elementos actuadores.

Son los elementos que permiten transformar la energía del fluido en movimiento, en trabajo útil. Son los elementos de trabajo del sistema y se pueden dividir en dos grandes grupos: cilindros, en los que se producen movimientos lineales y motores, en los que tienen lugar movimientos rotativos.

Símbolos básicos

Denominación Descripción	Símbolo
Símbolos Básicos	
Linea Continua Linea de trabajo Linea eléctrica	
Rayado Línea de comando Línea de drenaje Posición de transición	
Trazo y punto Para enmarcar dos o más componentes en un grupo constructivo	
Doble Conexión mecánica (eje, palanca, varilla)	1/5 L_1
Circulo Unidades de conversión de potencia	L_1
Instrumentos de medición	3/4 L_1
Válvulas de retención. Articulaciones giratorias. Articulaciones mecánicas. Rodillos (con el punto central)	1/3 L_1
Semicírculo Motor o bomba con ángulo de rotación limitado. (actuadores rotativos))	L_1

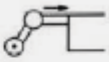
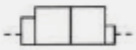
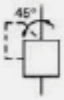
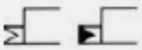
Denominación Descripción	Símbolo
Conexiones perpendiculares a los lados del cuadrado. Elementos de comando	L_1 L_1
Conexiones en los vértices Componentes de preparación (filtros, separadores, lubrificadores y cambiadores)	L_1
Peso en el acumulador	l_1 l_1
Rectangulo Cilindros Válvulas	L_2 L_1
Émbolo en el cilindro	1/4 L_1 L_1
Elementos de ajuste	l_1 1/2 l_1
Distancia entre las lineas de tabulación	l_2 1/4 l 1/4 l 1/2 l 1/2 l 1/2 l
Rectángulo abierto Deposito de aceite	L_2 1/2 L_1
Acumulador de tanque de presión oval Botella con gas	2L_1 L_1

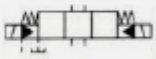
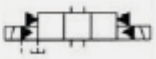
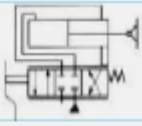
Símbolos funcionales

Denominación Descripción	Símbolo
Triángulo Muestra la dirección del flujo y el fluido de trabajo.	
Oscuro, hidráulico	▶
Claro, neumático	▷
Flechas Recto o inclinado Movimiento recto Paso y dirección del flujo a través de una válvula Sentido del flujo térmico	
Curva Movimiento de rotación Indicación de la dirección de rotación vista en el eje	
Flecha inclinada Variación en bombas, motores, resortes y solenoides.	
Línea eléctrica	
Pasaje o conexión bloqueada	⊥
Bobinados opuestos en convertidores electromagnéticos	\/
Indicador o control de temperatura	

Denominación Descripción	Símbolo
Unidad de manejo	M
Resorte	
Estrangulamiento fijo	
Asiento de una válvula de retención	
Líneas de flujo Unidad	
Cruce	
Conexión flexible	
Interconexiones Conexión de purga continua	
Interconexiones Conexión o purga con bloqueo	
Acoplamiento rápido sin válvula de retención para abrir mecánicamente	
Con válvula de retención para abrir mecánicamente	
Conexión angular y rotativa de 1 vía	
Vástago, movimiento linear	
Eje, movimiento rotativo	
Enclavamiento, mantiene la posición especificada	

tipos de Actuadores

Denominación Descripción	Símbolo	Denominación Descripción	Símbolo
Símbolo general		Rodillo retráctil	
Pulsador		Eléctrico, 1 bobina	
Tirador		Eléctrico, 2 bobinas de acción puesta	
Botón de empujar / tirar		Eléctrico, 2 bobinas que actúan de forma opuesta y que pueden variar continuamente	
Palanca		2 actuaciones paralelas	
Pedal, 1 dirección de operación		Actuación por presión o drenaje directo sobre el elemento	
Pedal, 2 direcciones de accionamiento		A través de dos áreas de control opuestas diferentes	
Pin o palpador		Tomada de comando interno	
Pin o palpador limitador de carrera		Tomada de comando externo	
Resorte		Accionamiento neumático / hidráulico	
Rodillo		Accionamiento hidráulico de 2 etapas	

Denominación Descripción	Símbolo
Accionamiento electro-hidráulico de 2 etapas, pilotaje externo de aceite de mando.	
Actuación neumática / hidráulica de 2 etapas, escape/ drenaje externo de caudal de aceite de mando.	
Accionamiento electro-hidráulico de 2 etapas, retorno por resorte a la posición central, pilotaje y drenaje externos.	
Accionamiento electro-hidráulico de 2 etapas, centrado por presión. Pilotaje y drenaje externos.	
Retroalimentación externa de la posición actual al elemento de desplazamiento	
Retroalimentación interna de la posición real del elemento de desplazamiento.	
Fuentes de energía hidráulica	
Neumática	
Motor eléctrico	
Unidad de accionamiento (excepto motor eléctrico)	

Conversión y almacenamiento de energía.

Denominación Descripción	Símbolo
Bombas hidráulicas y motores	
Bomba de caudal fijo	
Bomba fija 1 Dirección del flujo 1 Dirección de rotación	
Bomba variable 2 Direcciones de flujo 1 Sentido de rotación Conexión de drenaje	
Motor constante 2 Sentido de flujo 2 Sentido de rotación	
Bomba-Motor fijo 1 sentido de caudal 1 sentido de rotación	
bomba-motor variable ajuste manual 2 sentidos de flujo 2 sentidos de rotación conexión de drenaje	
Actuador hidráulico rotativo	
Transmisión hidráulica compacta	
Bomba variable con compensador de presión 1 Sentido del flujo 1 Sentido de rotación Conexión de drenaje	
Bomba de motor variable con compensador de presión 2 Sentido de flujo 2 Sentido de rotación Conexión de drenaje	

Denominación Descripción	Símbolo
Cilindro hidráulico de simple efecto, retorno por presión, lado embolo conectado con el deposito.	
Cilindro hidráulico de doble efecto, vástago simple, amortiguación ajustable en ambos lados.	
Cilindro hidráulico telescópico de simple efecto.	
Cilindro hidráulico telescópico de doble efecto.	
Acumulador hidráulico sin indicación de carga	
Con precarga de gas	
Botella de gas solo en posición vertical	

Control y regulación de potencia.

Denominación Descripción	Símbolo
Válvulas direccionales Válvula con 2 posiciones de conmutación y 1 posición de transición	
Válvula con 2 posiciones finales y numerosas posiciones de transición.	
Válvula con 3 posiciones definidas y numerosas posiciones de transición.	
Válvula con 2 posiciones de conmutación, 2 conexiones, posición de inicio cerrada, 2 sentido de flujo	
Válvula con 2 posiciones de conmutación, 2 conexiones, posición de inicio abierta, 2 sentido de flujo	
Válvula con 2 posiciones de conmutación, 3 conexiones, posición inicial abierta, 2 sentido de flujo	
Válvula direccional 2/2, 2 conexiones 2 posiciones de conmutación	
Válvula direccional 3/2 3 conexiones, 2 posiciones de conmutación, 1 posición de transición, accionamiento por solenoide, posición inicial definida por resorte	
Válvula direccional 5/2, 5 conexiones, 2 posiciones de conmutación, accionamiento por presión en ambas direcciones	

Denominación Descripción	Símbolo
Válvula direccional 4/3 (representación completa) accionamiento electro-hidráulico. 4 conexiones, 3 posiciones de conmutación, centrado de resorte, emergencia manual, control externo del flujo de aceite, centro cerrado (representación simplificada)	
Válvula direccional 4/3 (representación completa) actuación electro-hidráulica. 4 conexiones, 3 posiciones, centrado por resorte, accionamiento de emergencia manual, pilotaje externo de aceite de mando, centro tandem (representación simplificada)	
Válvulas de posiciones infinitas Transición negativa	
Válvulas de posiciones infinitas transición positiva	
Servoválvula direccional 4/3 (ejemplo típico)	
Válvula de retención Válvula de bloqueo sin resorte	
Válvula de retención con resorte	
Válvula de retención pilotada, sin resorte	

Denominación Descripción	Símbolo
Válvula de retención pilotada, con resorte.	
Válvula alternadora	
Válvula limitadora de presión, accionada directamente, suministro de aceite de control interno	
Válvula limitadora de presión, accionada directamente, drenaje externo de aceite de mando.	
Válvula limitadora de presión, precomandada, suministro y pilotaje interno de aceite de mando.	
Válvula limitadora de presión, descarga con accionamiento eléctrico, suministro de aceite de mando interno, descarga de aceite de mando externo	
Válvula reductora de presión de 2 vías operada directamente, suministro de aceite de control interno	
Válvula reductora de presión de 2 vías preoperada, suministro de aceite de control interno, flujo de aceite de control externo	
Válvula reductora de presión de 3 vías operada directamente, suministro de aceite de control interno	
Válvula de flujo Válvula externa ajustable	
La válvula de cierre	

Denominación Descripción	Símbolo
Válvula de desaceleración	
Válvula de estrangulamiento con retorno libre	
Válvula reguladora de flujo de 2 vías con presión compensada	
Válvula de control de flujo de 2 vías con presión y temperatura compensadas	
Válvula de control de flujo de 3 vías con presión y temperatura compensadas	
Divisor de flujo	
Válvulas de cartucho de 2 vías (elementos lógicos) Válvula direccional, sin fugas, varias áreas de operación	
Válvula reguladora de flujo	
Válvula direccional, sin fugas en una dirección, áreas de actuación iguales	

Almacenamiento y acondicionamiento de fluidos.

Denominación Descripción	Símbolo
Depósito aireado	
Depósito presurizado	
Filtro	
Filtro con indicación de contaminación	
Separador	
Filtro con separador	
Unidad de preparación que consta de: Filtrar Separador Regulador de presión Manómetro Lubricador	
Enfriador	
Calentador	
Controlador de temperatura	

Instrumentos de medida e indicación

Denominación Descripción	Símbolo
Indicación general de presión	
Indicación general de presión	
Manómetro diferencial	
Indicador de nivel de fluido	
Termómetro	
Indicador de flujo	
Medidor de flujo (rotámetro)	
Tacómetro	
Medidor de torque (dinamómetro)	
Interruptor de presión	
Fin de curso	

Xavier Pardell Experto en Tecnología Médica, Profesional Independiente